

Рис. 6. Срок энергетической окупаемости для термофильного режима анаэробного сбраживания

### Выводы

1. Эксергетическая эффективность биогазовых технологий снижается с повышением температурного режима процесса, что связано с увеличением расхода эксергии на собственные нужды установок.
2. Сроки эксергетической окупаемости, напротив, имеют тенденцию к снижению вследствие повышения выхода биогаза и его полной эксергии.
3. Для всех режимов метаногенерации имеет место существенное повышение эффективности и снижение сроков окупаемости для БГУ объемом свыше 100 куб. м.

## ТЕРМОХИМИЧЕСКАЯ РЕГЕНЕРАЦИЯ ТЕПЛОТЫ ПУТЁМ КОНВЕРСИИ ЭТАНОЛА

*Гладких М.А.*

*Самарский государственный технический университет*

В последние годы большое внимание энергетической науки сосредоточено на исследовании вопросов получения и использования альтернативного органического топлива. К числу основного биотоплива можно отнести, прежде всего, этанол или другое название биоэтанол. Количество научных публикаций, рассматривающих вопросы применения этого органического вещества, постоянно растет и за последние 10 лет увеличилось без малого в три раза (по данным реферативной базы SCOPUS).

Такой большой интерес к этой теме не случаен, так как уже сегодня биоэтанол нашел широкое применение в ДВС, ВРД, малой энергетике и т. д. Логично предположить, что, спустя несколько лет, биоэтанол займет важное место и в «большой» энергетике: ТЭС, энергетике теплотехнологий и др.

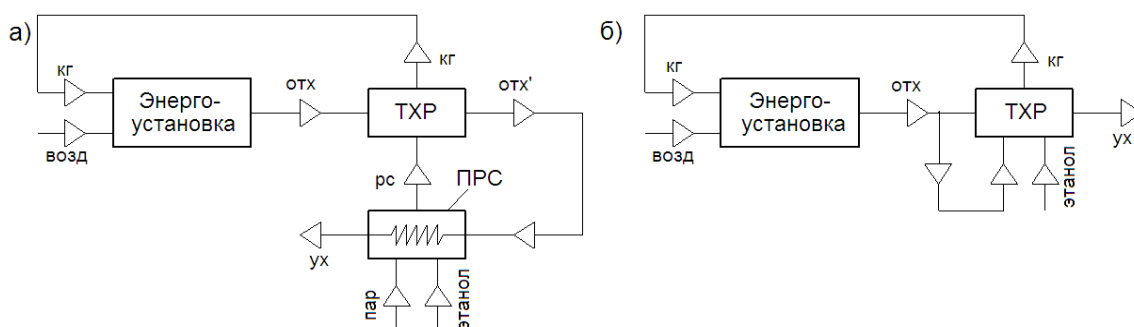
При топливном использовании этанола проблемы повышения эффективности использования топлива остаются актуальными. Одним из перспективных направлений повышения коэффициента использования теплоты топлива

является термохимическая регенерация теплоты, сущность которой заключается в использовании тепла отходящих дымовых газов для предварительной эндотермической переработки исходного топлива.

Наиболее широкое распространение получили способы термохимической регенерации теплоты за счет паровой конверсии метана (ПКМ) [1]. Несмотря на очевидные преимущества этих способов, достижение высокой степени регенерации теплоты, они имеют ряд недостатков: ограниченный диапазон использования по температуре дымовых газов (выше 750 °С) и высокая вероятность коксообразования в высокотемпературном процессе конверсии. По предварительным оценкам, использование паровой конверсии этанола или конверсии этанола продуктами полного сгорания снижает необходимую температуру до 450...550 °С и, как следствие, значительно снижается вероятность отложения сажистого углерода на каталитических поверхностях.

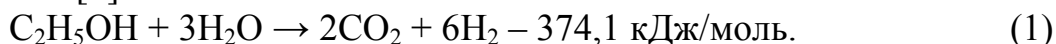
На рисунке рассмотрены принципиальные схемы использования ТХР теплоты отходящих дымовых газов путем конверсии этанола.

Условно процесс трансформации химической энергии этанола (теплоты сгорания) для схем, изображенных на рисунке, можно разделить на две стадии. Первая – это увеличение химически связанной энергии топлива в виде возросшей теплоты сгорания за счет предварительной эндотермической переработки. Вторая – сжигание конвертированного газа (синтез-газа), имеющего большую теплоту сгорания по сравнению с исходными веществами.

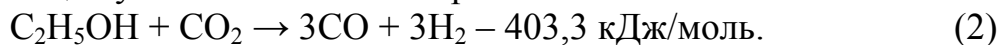


Принципиальная схема использования ТХР теплоты: а) путем паровой конверсии этанола; б) путем конверсии этанола продуктами полного сгорания: ТХР – термохимический реактор, ПРС – подогреватель реакционной смеси, отх – отходящие дымовые газы, кг – конвертированный газ, ух – уходящие дымовые газы, возд – дутьевой воздух.

В термохимическом реакторе для схемы а) протекает реакция паровой конверсии этанола [2]:



Для схемы б) в термохимическом реакторе к реакции (1) добавляется еще химическая реакция углекислотной конверсии этанола:



Химические реакции (1) и (2) сопровождаются множеством других побочных реакций.

Рассматривая перспективы применения термохимической регенерации теплоты отходящих дымовых газов путем конверсии биоэтанола, необходимо,

прежде всего, отметить возможность достижения глубокой регенерации теплоты отходящих дымовых газов при сравнительно умеренной температуре компонентов горения в термохимическом реакторе, металлоемкость которого существенно ниже традиционных рекуперативных воздухоподогревателей.

### *Библиографический список*

1. Сергиевский Э.Д. Моделирование процессов тепло- и массообмена при термохимической регенерации теплоты отходящих газов / Э.Д. Сергиевский, А.Н. Крылов, С.К. Попов // Вестник МЭИ. 2008. № 4. С. 49-54.
2. Vizcaino A.J. Hydrogen production by ethanol steam reforming over Cu-Ni supported catalysts / A.J. Vizcaino, A. Carrero, J.A. Calles // International Journal of Hydrogen Energy. 2006. № 32. P. 1450-1461.

## **КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭНЕРГИИ БИОМАССЫ И ВЕТРА**

*Горбунова А.А., Нараева Р.Р.*

*Южно-Уральский Государственный университет*

*Fukatsumu@mail.ru*

Животноводческие комплексы и птицеводческие предприятия в настоящее время сталкиваются с серьезными проблемами утилизации органических отходов, связанных с разведением и забоем животных. Например, одна курица производит около 0,6 кг помета в сутки, свинья – 12 кг навоза, а корова – 60 кг. Среднего размера ферма крупного рогатого скота (4500 голов) дает около 175000 т навозных стоков в год. От одной птицефабрики средней мощности (40 тыс. кур-несушек или 10 млн. цыплят бройлеров) ежегодно поступает соответственно от 35 до 83 тыс. т пометной массы и свыше 400 тыс. куб. м сточных вод с повышенной концентрацией органических компонентов. Это обстоятельство является обратной стороной всей агрокультуры, и является ежедневной работой руководителей и специалистов животноводческих предприятий, местных администраций, экологов, населения и всех, кто работает или проживает вблизи ферм и птицефабрик. Большинство предприятий продолжают помещать навозные стоки в накопители, где они разделяются на жидкую и твердую части, а затем вывозятся в качестве удобрений на поля. Другие – отправляют отходы на ближайшие городские очистные сооружения, если они имеются, или же просто складываются на полях, делая их непригодными для посевов. Отдельно стоит проблема утилизации туш павших животных, число которых иногда достигает до 8-9 % от поголовья животноводческого предприятия.

Требования к переработке и утилизации отходов животноводческих предприятий изложены в Нормах технологического проектирования НТП-17-99. Нормы эти достаточно строгие и не всегда практически реализуемые. Так, НТП-17-99 определяют срок выдержки навоза в лагуне не менее 6 месяцев. Фермы КРС численностью 4500 голов, дающие 175 тыс. куб. м жидких навозных стоков, должны иметь для хранения и утилизации этих стоков не менее 7 лагун емкостью 12 тыс. куб. м, заполняемых поочередно, общей площадью около 20 тыс. кв. м. После того как заполнится седьмая лагуна, пройдет 6 меся-